

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-185071

(43)Date of publication of application : 28.06.2002

(51)Int.Cl.

H01S 5/026  
G02B 1/02  
G02B 3/00  
H01S 5/183

(21)Application number : 2001-322748

(71)Applicant : SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD

(22)Date of filing : 19.10.2001

(72)Inventor : LEE JEONG-KWAN  
LEE JAE-HOON

(30)Priority

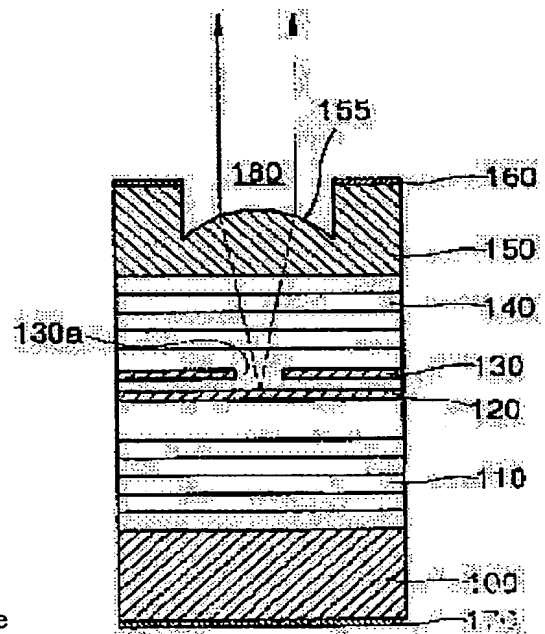
Priority number : 2000 200061983 Priority date : 20.10.2000 Priority country : KR

## (54) MICROLENS INTEGRATED SURFACE EMISSION LASER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a microlens integrated surface emission laser which can output a parallel laser light so that an extra focusing lens or a collimating lens can be eliminated, at configuring of an optical system.

**SOLUTION:** In the microlens integrated surface emission laser, the microlens has one focal point in the light-emitting region of an active layer. The laser also has a window region of such a size as meeting the Fraunhofer diffraction conditions and Fraunhofer diffraction in the window region is canceled by the focusing power of the microlens. Since the microlens integrated surface emission laser can emit parallel light, focus lens or collimating lens can be eliminated when that laser is employed in the optical communication, optical transmission system in the field of interface employing optical signal, or the optical system in an optical head for recorder/reproducer. Consequently, the optical axis adjusting structure is simplified and the cost for configuring an optical system can be reduced greatly.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3625796

[Date of registration] 10.12.2004

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-185071

(P2002-185071A)

(43) 公開日 平成14年6月28日 (2002.6.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミナル <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 S 5/026	6 1 0	H 0 1 S 5/026	6 1 0 5 F 0 7 3
G 0 2 B 1/02		G 0 2 B 1/02	
3/00		3/00	Z
H 0 1 S 5/183		H 0 1 S 5/183	

審査請求 有 請求項の数18 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-322748(P2001-322748)

(22) 出願日 平成13年10月19日 (2001. 10. 19)

(31) 優先権主張番号 2 0 0 0 6 1 9 8 3

(32) 優先日 平成12年10月20日 (2000. 10. 20)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416

(72) 発明者 李 定観

大韓民国京畿道安養市東安区冠陽洞1589番

地ハンガラム世京アパート506棟1505号

(72) 発明者 李 載勲

大韓民国京畿道水原市八達区靈通洞968番

地シンメムシル信明アパート632棟806号

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外1名)

Fターム(参考) 5F073 AA65 AA74 AB17 AB26 DA23

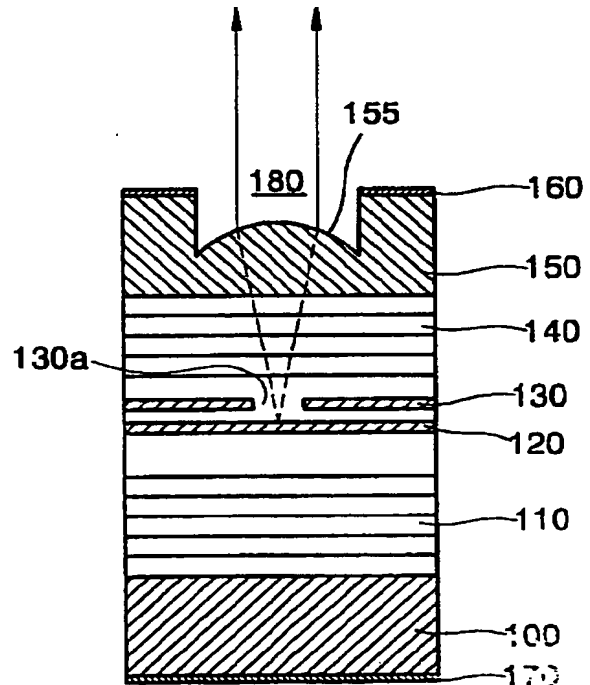
DA35

(54) 【発明の名称】 マイクロレンズ一体型表面光レーザ

(57) 【要約】

【課題】 マイクロレンズ一体型表面光レーザを提供する。

【解決手段】 開示されたマイクロレンズ一体型表面光レーザは、マイクロレンズが活性層の光発生領域に一点を有する。また、開示されたマイクロレンズ一体型表面光レーザは、フラウンフォーファー回折条件を満足する大きさのウィンドウ領域を備えて、ウィンドウ領域におけるフラウンフォーファー回折がマイクロレンズの集束力により相殺されるようになっている。このように、マイクロレンズ一体型表面光レーザは平行光を出射できるため、これを光通信や光信号を用いたインターフェース分野などの光伝送システム、記録再生装置用光ヘッドなどの光学システムに採用すれば、集束レンズまたはコリメーティングレンズが不要になるので、光軸整列構造が簡単であり、その結果、光学システムの構築コストを大きく節減できる。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 基板と、

前記基板上に相対的に高反射率を有するように積層形成された下部反射基層と、

前記下部反射基層上に形成されて電子と正孔との再結合により光を生成する活性層と、

前記活性層上に前記下部反射基層よりも低反射率を有するように積層形成された上部反射基層と、

前記上部反射基層上にレーザ光を透過させる物質よりなり、レーザ光が出射されるウィンドウ領域にマイクロレンズが形成されたレンズ層と、

前記上部反射基層の上方のウィンドウ領域を除いた領域に形成された上部電極と、

前記基板の下面に形成された下部電極とを含み、

光発生領域から前記マイクロレンズの光軸上の頂点までの距離を $f$ 、前記マイクロレンズの曲率半径を $R$ 、前記光発生領域からマイクロレンズまで光が経由する媒質の有効屈折率を $n_1$ 、前記マイクロレンズを経由して出射した光が進行する媒質の屈折率を $n_2$ としたとき、

$f = R \times n_1 / (n_2 - n_1)$  を満足するように形成されたことを特徴とするマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項2】 前記上部反射基層と下部反射基層との間に、前記活性層の近くに位置され、その中央部に電流が通過する開口が形成された高抵抗部をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載のマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項3】 前記レンズ層は、前記レーザ光波長よりもバンドギャップが大きくてそのレーザ光を吸収しないように、インジウムフォスファイド、ガリウムアルセナイド、インジウムアルセナイド、ガリウムフォスファイド、インジウムガリウムフォスファイド、インジウムガリウムアルセナイド、アルミニウムガリウムアルセナイドを含むIII-V族化合物半導体やシリコンよりなる半導体群から選ばれたいずれか一種以上の物質よりなることを特徴とする請求項1に記載のマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項4】 前記マイクロレンズは、拡散制御エッチングにより形成されることを特徴とする請求項1に記載のマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

## 【請求項5】 基板と、

前記基板上に相対的に高反射率を有するように積層形成された下部反射基層と、

前記下部反射基層上に形成されて電子と正孔との再結合により光を生成する活性層と、

前記活性層上に前記下部反射基層よりも低反射率を有するように積層形成された上部反射基層と、

前記上部反射基層上にレーザ光を透過させる物質よりなり、レーザ光が出射するウィンドウ領域にマイクロレンズが形成されたレンズ層と、

前記上部反射基層の上方のウィンドウ領域を除いた領域に形成された上部電極と、

前記基板の下面に形成された下部電極とを含み、

前記ウィンドウ領域はフラウンフォーアー回折条件を満足しつつ前記活性層で発生されて前記ウィンドウ領域に向かって進行する光のビームサイズよりも小さい最大幅を有し、

前記ウィンドウ領域におけるフラウンフォーアー回折が前記マイクロレンズの集束効果により相殺されるようになったことを特徴とするマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項6】 前記ウィンドウ領域の最大幅を $D$ 、前記マイクロレンズの焦点長さを $f$ 、出射されるレーザ光波長を $\lambda$ としたとき、前記最大幅 $D$ と焦点長さ $f$ との関係が

【数1】

$$D = \sqrt{2 \times 1.22 \lambda f}$$

を満足するようになったことを特徴とする請求項5に記載のマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項7】 前記上部反射基層と下部反射基層との間に、前記活性層の近くに位置され、その中央部に電流が通過する開口が形成された高抵抗部をさらに備え、前記高抵抗部の開口は前記ウィンドウ領域の最大幅と実質的に等しいか、あるいはより大きい最大幅を有することを特徴とする請求項5または6に記載のマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項8】 前記レンズ層は、前記レーザ光波長よりもバンドギャップが大きくてそのレーザ光を吸収しないように、インジウムフォスファイド、ガリウムアルセナイド、インジウムアルセナイド、ガリウムフォスファイド、インジウムガリウムフォスファイド、インジウムガリウムアルセナイド、アルミニウムガリウムアルセナイドを含むIII-V族化合物半導体やシリコンよりなる半導体群から選ばれたいずれか一種以上の物質よりなることを特徴とする請求項5に記載のマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項9】 前記マイクロレンズは、拡散制御エッチングにより形成されることを特徴とする請求項5に記載のマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項10】 レーザ光を透過させる物質よりなり、レーザ光が出射するウィンドウ領域にマイクロレンズが形成された基板と、

前記基板上に相対的に低反射率を有するように形成された下部反射基層と、

前記下部反射基層上に形成されて電子と正孔との再結合により光を生成する活性層と、

前記活性層上に前記下部反射基層よりも高反射率を有するように形成された上部反射基層と、

前記上部反射基層上に形成された上部電極と、

前記基板の下面のレーザ光が出射するウィンドウ領域を

除いた領域に形成された下部電極とを含み、

光発生領域から前記マイクロレンズの光軸上の頂点までの距離を $f$ 、前記マイクロレンズの曲率半径を $R$ 、前記光発生領域からマイクロレンズまで光が経由する媒質の有効屈折率を $n_1$ 、マイクロレンズを経由して出射したレーザ光が進行する媒質の屈折率を $n_2$ としたとき、 $f=R \times n_1 / (n_2 - n_1)$ を満足するように形成されたことを特徴とするマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項11】 前記上部反射基層と下部反射基層との間に、前記活性層の近くに位置され、その中央部に電流が通過する開口が形成された高抵抗部をさらに備えることを特徴とする請求項10に記載のマイクロ型表面光レーザ。

【請求項12】 前記基板は、前記レーザ光波長よりもバンドギャップが大きくてそのレーザ光を吸収しないように、インジウムフォスファイド、ガリウムアルセナイド、インジウムアルセナイド、ガリウムフォスファイド、インジウムガリウムフォスファイド、インジウムガリウムアルセナイド、アルミニウムガリウムアルセナイドを含むIII-V族化合物半導体やシリコンよりなる半導体群から選ばれたいずれか一種以上の物質よりなることを特徴とする請求項10に記載のマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項13】 前記マイクロレンズは、拡散制御エッチングにより形成されることを特徴とする請求項10に記載のマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項14】 レーザ光を透過させる物質よりなり、レーザ光が出射するウィンドウ領域にマイクロレンズが形成された基板と、前記基板上に相対的に低反射率を有するように形成された下部反射基層と、前記下部反射基層上に形成されて電子と正孔との再結合により光を生成する活性層と、前記活性層上に前記下部反射基層よりも高反射率を有するように形成された上部反射基層と、前記上部反射基層上に形成された上部電極と、前記基板の下面のレーザ光が出射するウィンドウ領域を除いた領域に形成された下部電極とを含み、前記ウィンドウ領域は、フラウンフォーファー回折条件を満足しつつ前記活性層で発生されて前記ウィンドウ領域に進行する光のビームサイズよりも小さい最大幅を有し、前記ウィンドウ領域におけるフラウンフォーファー回折が前記マイクロレンズの集束効果により相殺されるようになったことを特徴とするマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項15】 前記ウィンドウ領域の最大幅を $D$ 、前記マイクロレンズの焦点長さを $f$ 、出射するレーザ光波長を $\lambda$ としたとき、

【数2】

$$D = \sqrt{2 \times 1.22 \lambda f}$$

を満足するようになったことを特徴とする請求項14に記載のマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項16】 前記上部反射基層と下部反射基層との間に、前記活性層の近くに位置され、その中央部に電流が通過する開口が形成された高抵抗部をさらに備え、前記高抵抗部の開口は前記ウィンドウ領域の最大幅と実質的に等しいか、あるいは大きい最大幅を有することを特徴とする請求項14または15に記載のマイクロ型表面光レーザ。

【請求項17】 前記基板は、前記レーザ光波長よりもバンドギャップが大きくてそのレーザ光を吸収しないように、インジウムフォスファイド、ガリウムアルセナイド、インジウムアルセナイド、ガリウムフォスファイド、インジウムガリウムフォスファイド、インジウムガリウムアルセナイド、アルミニウムガリウムアルセナイドを含むIII-V族化合物半導体やシリコンよりなる半導体群から選ばれたいずれか一種以上の物質よりなることを特徴とする請求項14に記載のマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【請求項18】 前記マイクロレンズは、拡散制御エッチングにより形成されることを特徴とする請求項15に記載のマイクロレンズ一体型表面光レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はレーザ光が出射する側にマイクロレンズが一体に形成されたマイクロレンズ一体型表面光レーザに係り、より詳細には、平行光が出射可能になったマイクロレンズ一体型表面光レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、表面光レーザは、半導体物質層の積層方向に光を出射するため、他の光学素子との光学的結合が容易であり、設置し易いだけでなく、二次元配列を有するように製造可能なので、光通信及び光信号を用いたインターフェース技術などの光伝送システムや記録／再生用光ヘッドにおいて光源として広く応用可能である。

【0003】 図1を参照すれば、従来の表面光レーザは、基板10と、前記基板10上に順次積層形成された下部反射基層11と、活性層12と、高抵抗部13及び上部反射基層14と、前記上部反射基層14上のレーザ光が出射するウィンドウ18を除いた領域に形成された上部電極16と、前記基板10の下面に形成された下部電極17とを含む。

【0004】 前記下部反射基層11及び上部反射基層14は、屈折率が異なる化合物半導体を交互に積層して形成されたブラッグ反射器(DBR: Distributed Bragg Reflector)であって、相

異なる型の不純物でドーピングされている。すなわち、前記基板10はn型不純物でドーピングされており、前記下部反射基層11は前記基板10と同じ型であるn型不純物、前記上部反射基層14はp型不純物でドーピングされている。

【0005】前記高抵抗部13は上、下部電極16、17を通じて印加された電流が前記活性層12の中央部に向かって流れるように電流の流れをガイドする。

【0006】前記活性層12は前記上、下部電極16、17を通じて印加された電流により、前記上、下部反射基層14、11から供給された正孔と電子との結合により光が発生される領域である。

【0007】前記活性層12で発生された光は前記上、下部反射基層14、11で繰り返し反射されつつその共振条件に合う波長の光だけが生き残り、この生き残った光は前記ウィンドウ19を通じて出射される。

【0008】前記のように、従来の表面光レーザにおいて、前記ウィンドウ18を通じて出射するレーザ光は所定の放射角を有する。

【0009】したがって、前記のような表面光レーザを、例えば光ケーブルを採用した光伝送システムの光源として用いる時、表面光レーザから出力されたレーザ光を光ケーブルにより効率よく光カップリングさせるために、表面光レーザと光ケーブルの入力端との間に表面光レーザから出力される発散レーザ光を集束レーザ光に変える集束レンズを備える必要がある。

【0010】また、他の例として、前記のような従来の表面光レーザを、光ディスクなどの記録媒体の情報を非接触式で記録再生する光記録再生装置用光ヘッドの光源として用いるためには、光ヘッドは従来の表面光レーザから出射した発散レーザ光を平行レーザ光に変えるためのコリメーティングレンズを採用する必要がある。

【0011】すなわち、前記のような従来の表面光レーザはウィンドウを通じて発散レーザ光を出力させるため、光学システムを構成するためには表面光レーザの出力側に別途の集束レンズまたはコリメーティングレンズを採用しなければならない。

【0012】したがって、光学システムの構成時に部品点数が多くなるだけでなく、前記表面光レーザから出射したレーザ光の中心軸及びレンズを光軸整列させる過程を必要とするため、光軸整列の構造が複雑になるという短所がある。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、光学システムの構成時に別途の集束レンズまたはコリメーティングレンズが不要になるように平行レーザ光が出力可能になったマイクロレンズ一体型表面光レーザを提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明によるマイクロレンズ一体型表面光レーザは、基板と、前記基板上に相対的に高反射率を有するように積層形成された下部反射基層と、前記下部反射基層上に形成されて電子と正孔との再結合により光を生成する活性層と、前記活性層上に前記下部反射基層よりも低反射率を有するように積層形成された上部反射基層と、前記上部反射基層上にレーザ光を透過させる物質よりなり、レーザ光が出射されるウィンドウ領域にマイクロレンズが形成されたレンズ層と、前記上部反射基層の上方のウィンドウ領域を除いた領域に形成された上部電極と、前記基板の下面に形成された下部電極とを含み、光発生領域から前記マイクロレンズの光軸上の頂点までの距離を $f$ 、前記マイクロレンズの曲率半径を $R$ 、前記光発生領域からマイクロレンズまで光が経路する媒質の有効屈折率を $n_1$ 、前記マイクロレンズを経由して出射した光が進行する媒質の屈折率を $n_2$ としたとき、 $f=R \times n_1 / (n_2 - n_1)$ を満足するように形成されたことを特徴とする。

【0015】また、前記目的を達成するために、本発明によるマイクロレンズ一体型表面光レーザは、基板と、前記基板上に相対的に高反射率を有するように積層形成された下部反射基層と、前記下部反射基層上に形成されて電子と正孔との再結合により光を生成する活性層と、前記活性層上に前記下部反射基層よりも低反射率を有するように積層形成された上部反射基層と、前記上部反射基層上にレーザ光を透過させる物質よりなり、レーザ光が出射するウィンドウ領域にマイクロレンズが形成されたレンズ層と、前記上部反射基層の上方のウィンドウ領域を除いた領域に形成された上部電極と、前記基板の下面に形成された下部電極とを含み、前記ウィンドウ領域はフラウンフォーファー回折条件を満足しつつ前記活性層で発生されて前記ウィンドウ領域に向かって進行する光のビームサイズよりも小さい最大幅を有し、前記ウィンドウ領域におけるフラウンフォーファー回折が前記マイクロレンズの集束効果により相殺されるようになったことを特徴とする。

【0016】ここで、望ましくは、前記ウィンドウ領域の最大幅を $D$ 、前記マイクロレンズの焦点長さを $f$ 、出射するレーザ光波長を $\lambda$ としたとき、前記最大幅 $D$ と焦点長さ $f$ との関係が

【数3】

$$D = \sqrt{2 \times 1.22 \lambda f}$$

を満足する。

【0017】さらに、前記目的を達成するために、本発明によるマイクロレンズ一体型表面光レーザは、レーザ光を透過させる物質よりなり、レーザ光が出射するウィンドウ領域にマイクロレンズが形成された基板と、前記基板上に相対的に低反射率を有するように形成された下部反射基層と、前記下部反射基層上に形成されて電子と

正孔との再結合により光を生成する活性層と、前記活性層上に前記下部反射基層よりも高い反射率を有するように形成された上部反射基層と、前記上部反射基層上に形成された上部電極と、前記基板の下面のレーザ光が出射するウィンドウ領域を除いた領域に形成された下部電極とを含み、光発生領域から前記マイクロレンズの光軸上の頂点までの距離を $f$ 、前記マイクロレンズの曲率半径を $R$ 、前記光発生領域からマイクロレンズまで光が経過する媒質の有効屈折率を $n_1$ 、マイクロレンズを経由して出射したレーザ光が進行する媒質の屈折率を $n_2$ としたとき、 $f=R \times n_1 / (n_2 - n_1)$ を満足するように形成されたことを特徴とする。

【0018】前記目的を達成するために、本発明によるマイクロレンズ一体型表面光レーザは、レーザ光を透過させる物質よりなり、レーザ光が出射するウィンドウ領域にマイクロレンズが形成された基板と、前記基板上に相対的に低い反射率を有するように形成された下部反射基層と、前記下部反射基層上に形成されて電子と正孔との再結合により光を生成する活性層と、前記活性層上に前記下部反射基層よりも高反射率を有するように形成された上部反射基層と、前記上部反射基層上に形成された上部電極と、前記基板の下面のレーザ光が出射するウィンドウ領域を除いた領域に形成された下部電極とを含み、前記ウィンドウ領域はフラウンフォーファー回折条件を満足しつつ前記活性層で発生されて前記ウィンドウ領域に進行する光のビームサイズよりも小さい最大幅を有し、前記ウィンドウ領域におけるフラウンフォーファー回折が前記マイクロレンズの集束効果により相殺されるようになったことを特徴とする。

【0019】ここで、望ましくは、前記ウィンドウ領域の最大幅を $D$ 、前記マイクロレンズの焦点長さを $f$ 、出射するレーザ光波長を $\lambda$ としたとき、

【数4】

$$D = \sqrt{2 \times 1.22 \lambda f}$$

を満足する。

【0020】

【発明の詳細な説明】以下、添付した図面にに基づき、本発明をより詳細に説明する。

【0021】図2は、本発明の第1実施形態によるマイクロレンズ一体型表面光レーザを概略的に示した図である。

【0022】これを参照すれば、本発明の第1実施形態によるマイクロレンズ一体型表面光レーザは、基板100と、基板100の下面に形成された下部電極170と、基板100上に順次積層形成された下部反射基層110、活性層120及び上部反射基層140と、上部反射基層140上に形成されたレンズ層150と、レーザ光を出射させるためのウィンドウ180を除いた領域に形成された上部電極160とを含んでなる。

【0023】前記基板100は、例えば $n$ 型不純物で

ーピングされたGaAs、AlGaAs、InAs、InP、GaP、InGaP、InGaAsまたはGaPなどの半導体物質よりなる。

【0024】前記下部反射基層110及び上部反射基層140は屈折率が相異なる半導体化合物を交互に積層して形成される。例えば、前記上、下部反射基層140、110は屈折率が相異なるAlGaAs層を繰り返し積層して形成される。

【0025】この時、図2に示されたように、発生されたレーザ光がほとんど上部反射基層140を通じて出射する構造である場合、上部反射基層140は相対的に低反射率を有し、下部反射基層110は上部反射基層140よりも高反射率を有するように形成される。この反射率は半導体化合物の積層数により変わるので、前記上部反射基層140が下部反射基層110よりも小さい積層数を有するように形成すれば、上部反射基層140の反射率を下部反射基層110よりも小さくできる。ここで、前記基板100が $n$ 型である場合、下部反射基層110は前記基板100と同じ型である $n$ 型不純物、上部反射基層140は $p$ 型不純物で各々ドーピングされる。

【0026】前記上部反射基層140及び下部反射基層110は上、下部電極160、170を通じて印加された電流により電子及び正孔の流れを誘導し、活性層120で発生された光を反射させてその共振条件に合う光だけを前記上部反射基層140を通じて出射させる。

【0027】前記活性層120は前記上、下部反射基層140、110から与えられた正孔及び電子の再結合によるエネルギー遷移により光を生成する領域であって、単一または多重量子ウェル構造、超格子構造などを有する。ここで、前記活性層120は所望の表面光レーザの出射波長により、例えばGaAs、AlGaAs、InGaAs、InGaP及び／またはAlGaAsPなどよりなる。

【0028】一方、前記上部反射基層140の一部の領域には、その中央部に上部電極160を通じて印加された電流が流れ得る開口130aを備えて電流の流れをガイドする高抵抗部130がさらに形成されている。ここで、前記高抵抗部130は下部反射基層140の一部の領域に形成される場合もある。

【0029】前記高抵抗部130は、上部反射基層140の中間に予備酸化層（図示せず）を積層し、この予備酸化層を酸化雰囲気中に露出させてその外側部から酸化した酸化絶縁膜、すなわち、高抵抗領域を形成する選択的な酸化法により形成されるか、あるいは陽性子などのイオンを注入して形成される。この時、望ましくは、前記高抵抗部130は、開口130aの大きさの調節がより容易な酸化により形成されて、より良好な光学的な案内特性を有する。

【0030】この実施形態において、望ましくは、前記開口130aはできる限り小さく形成されて、上部電極

160を通じて印加された電流をできる限り狭い範囲内で活性層120を経由させて、前記活性層120のより狭い領域（理想的には点）で光が発生されるようになっている。

【0031】このように、この第1実施形態による表面光レーザが活性層120のできる限り狭い領域内で光が発生されるように設けられれば、その光発生領域は理想的には点になりえ、前記光発生領域からレンズ層150に向かって進行する光は前記光発生領域を原点とする発散光に近くなる。

【0032】前記レンズ層150は所定の厚さ、例えば数 $\mu\text{m}$ となっており、上部反射基層140上に積層形成できる。前記レンズ層150は、望ましくは、上部反射基層140を透過して出射するレーザ光を吸収せずに透過させるように表面光レーザから発振された波長よりも相対的にバンドギャップが大きい物質よりなる。また、レンズ層150が上部反射基層140上に直接的に形成された構造である場合、望ましくは、前記レンズ層150は上部反射基層140をなす物質と格子整合される物質とよりなる。

【0033】例えば、表面光レーザが約500nmないし900nmの間にある波長帯域のレーザ光を出射するようになった場合、前記レンズ層150はインジウムガリウムフォスファイド（InGaP）から形成される。もちろん、要求される出射レーザ光波長、例えば850nm、780nm、660nmに従いインジウム及びガリウムの組成比は変わる。

【0034】他の例として、表面光レーザが約980nm波長帯域のレーザ光を出射するようになった場合、前記レンズ層150はガリウムアルセナイド（GaAs）から形成される。

【0035】このほかにも、表面光レーザの出射レーザ光波長により、前記レンズ層150はインジウムフォスファイド（InP）、ガリウムアルセナイド（GaAs）、インジウムアルセナイド（InAs）、ガリウムフォスファイド（GaP）、インジウムガリウムフォスファイド（InGaP）、インジウムガリウムアルセナイド（InGaAs）を含むIII-V族化合物半導体やシリコンから選ばれた少なくとも一種以上の物質から形成できる。

【0036】前記レンズ層150のレーザ光が出射されるウィンドウ180領域側にはマイクロレンズ155が形成されている。このため、出射されるレーザ光は前記レンズ層150を経由しつつそのマイクロレンズ155により集束されて出射される。前記マイクロレンズ155は、拡散制御エッチングにより形成される。すなわち、レンズ層150上に開口を有するエッチングマスク（図示せず）を形成し、これをレンズ層物質に対して拡散制御エッチングを起こす臭素（Br<sub>2</sub>）などのエッチング剤が適宜な濃度にて含まれた化学エッチング液に所

定時間浸漬すれば、化学エッチング液に含まれたエッチング剤、例えば臭素の拡散による空間的なエッチング速度の違いによりレンズ層150の開口に露出された部分がエッチングされて凸状のマイクロレンズ155が形成される。

【0037】拡散制御エッチングにより本発明によるマイクロレンズ155を製造する方法は、本出願人が日本国特許出願平成12年第40855号（出願日2000.2.18）の“マイクロレンズ及びその製造方法並びにマイクロレンズ一体型表面光レーザ及びその製造方法”に開示した通りであるため、ここではその製造方法についての詳細な説明は省略する。

【0038】前記上部電極160は前記レンズ層150の上、または上部反射基層140とレンズ層150との間に形成される。図2は、前記上部電極160がレンズ層150上に形成された場合を例示したものである。前記下部電極170は前記基板100の下面に形成される。

【0039】一方、本発明の第1実施形態による表面光レーザは高抵抗部130により限定された開口130aよりも大きい最大幅を有するウィンドウ180を有する。このウィンドウ180は、図2に示されたように、上部電極160及びマイクロレンズ155により限定される。

【0040】本発明の第1実施形態による表面光レーザは、望ましくは、前記光発生領域からマイクロレンズ155の光軸上の頂点までの距離が大体前記マイクロレンズ155の焦点長さになるように設けられる。

【0041】すなわち、光発生領域からマイクロレンズ155の光軸上の頂点までの距離を $f$ 、マイクロレンズ155の曲率半径を $R$ 、光発生領域からレンズ層150に至る光経路上の媒質（すなわち、上部反射基層140及びレンズ層150）の有効屈折率を $n_1$ 、マイクロレンズ155を経由してレーザ光が進行する領域、例えば空気領域の屈折率を $n_2$ とした時、本発明の第1実施形態による表面光レーザは下記式1を満足するように形成される。

$$f = R \times n_1 / (n_2 - n_1) \quad (1)$$

【0042】したがって、前記マイクロレンズ155は前記光発生領域に一焦点を有する略平凸レンズとなっており、本発明の第1実施形態による表面光レーザからは略平行したレーザ光が出射される。

【0043】したがって、前記のように構成された本発明の第1実施形態による表面光レーザにおいては、上、下部電極160、170を通じて順方向バイアス電流が印加されれば、印加された電流が前記高抵抗部130によりガイドされて活性層120の中央部の狭い地点を通じて流れ、上、下部反射基層140、110で発生された電子及び正孔が前記地点で再結合して光として発生される。この発生された光のうち上、下部反射基層14



0、110の間を行き来しつつその共振条件に合う特定の波長の光（結果的に、出射されるレーザ光）だけが生き残って増幅され、上部反射基層140を透過する。この透過するレーザ光は発散光であって、レンズ層150を透過しつつマイクロレンズ155により集束されて平行レーザ光となる。

【0044】この時、表面光レーザの特性から、その出射する平行レーザ光のビームサイズは約数～数十 $\mu\text{m}$ 、例えば15 $\mu\text{m}$ である。

【0045】したがって、光ファイバを用いた光通信システムに本発明による表面光レーザを採用すれば、その表面光レーザと光ファイバとの間に十分な光カップリングが得られるので、光源と光ファイバとの間の光カップリングのための別途のボールレンズ（図示せず）などが不要である。

【0046】すなわち、単一モード光ファイバである場合、コア直径は最小10 $\mu\text{m}$ であり、多重モード光ファイバである場合、コア直径は数十 $\mu\text{m}$ 、例えば最小62.5 $\mu\text{m}$ であり、本発明の表面光レーザはビームサイズが約15 $\mu\text{m}$ である平行レーザ光を出射するので、別途の光カップリングレンズ無しにも本発明による表面光レーザから出射された平行レーザ光を光ファイバにより効率よくカップリングできる。

【0047】また、平行光を必要とする光ヘッドなどの光学システムに本発明による表面光レーザを採用すれば、従来の表面光レーザを用いる場合とは異なって、コ

$$n_1/S_1 + n_2/S_2 = (n_2 - n_1)/R \quad (2)$$

【0052】この時、活性層120で発生された発散光が前記マイクロレンズ155により集束されて図4に示されたように、平行光として出力されるためには、前記S2は図4に示されたように無限大になる必要がある。

【0053】したがって、前式(2)において、S2を無限大にしておき、S1をfに置換すれば、S2が無限大になるための第1焦点長さfは前式(1)のようになる。

【0054】したがって、前式(1)を満足するように形成された本発明の第1実施形態による表面光レーザは略平行したレーザ光を出力できる。

【0055】図5は、本発明の第2実施形態によるマイクロレンズ一体型表面光レーザを概略的に示した図であって、この実施形態による表面光レーザは、前述した本発明の実施形態による表面光レーザと同一の原理により平行レーザ光を出射させるように設けられており、下部出射タイプである点で違う。ここで、図2と同一の参照符号は実質的に同一の機能をする同一の部材であるため、ここではその説明を省略する。

【0056】図5を参照すれば、本発明の第2実施形態によるマイクロレンズ一体型表面光レーザは、基板200と、前記基板200上に順次積層形成された下部反射基層210、活性層120及び上部反射基層240と、

リメータレンズが不要になるという利点がある。

【0048】さらに、本発明による表面光レーザを自由空間を通じて光信号を送受信するようになった光信号を用いたインターフェースに採用する場合、別途の集束レンズが不要であり、光送受信部間の距離配置の自由度が大きいので光学的な構造が簡単であり、整列が容易であるだけでなく、表面光レーザ及び/または光検出素子をコンパクトにアレイで配置できる。

【0049】以下では、前式(1)を満足するように設けられた本発明の第1実施形態による表面光レーザから平行したレーザ光が出射できる原理を図3及び図4を参照して説明する。

【0050】図3及び図4は、本発明の第1実施形態による表面光レーザの構造を幾何光学的な側面から示したものである。

【0051】図3を参照すれば、活性層120の光発生領域、すなわち、第1焦点Oからマイクロレンズ155の光軸上の頂点までの距離をS1、マイクロレンズ155の頂点からそのマイクロレンズ155の第2焦点までの距離をS2、光発生領域からレンズ層150まで光が経由する媒質、すなわち、上部反射基層140及びレンズ層150に対する有効屈折率をn1、マイクロレンズ155を経由して出射した光が進行する領域、例えば空気領域の屈折率をn2とした時、図3の構造に対するレンズ幾何学の式は下記式(2)の通りである。ここで、n2は空気領域の屈折率であって、約1.0である。

$$(2)$$

前記上部反射基層240上に形成された上部電極250と、前記基板200の下面のレーザ光が出射されるウィンドウ280領域を除いた領域に形成された下部電極270とを含んでなり、前記基板200側にレーザ光が出射するように、下部反射基層210が上部反射基層240よりも小さい反射率を有するように設けられている。

【0057】前記下部反射基層210が上部反射基層240よりも小さい積層数を有すると、この下部反射基層210の反射率が上部反射基層240のそれよりも相対的に小さくなる。したがって、ほとんどのレーザ光は下部反射基層210を通じて出射する。ここで、前記上、下部反射基層240、210は積層数を除いた物質構成及び積層構造などは実質的に図2を参照して説明した本発明の第1実施形態と同一なため、ここではその詳細な説明を省略する。

【0058】前記基板200は、望ましくは、下部反射基層210側から入射する光を透過させるように本発明の第1実施形態で説明されたレンズ層（図2の150）と同様に、発生されたレーザ光波長よりもバンドギャップが大きくて前記レーザ光をほとんど吸収しない物質よりなる。例えば、表面光レーザが980nm波長帯域のレーザ光を出射させるようになった場合、前記基板200はGaAsよりなる。

【0059】前記基板200のレーザ光が出射するウィンドウ280領域にはマイクロレンズ205が形成されているが、このマイクロレンズ205は本発明の第1実施形態のように、拡散制御エッチングにより形成される。

【0060】この時、本発明の第2実施形態による表面光レーザは、前記マイクロレンズ205の曲率半径を $R'$ 、活性層120の光発生領域からマイクロレンズ205までの光経路上の媒質（すなわち、下部反射基層210及び基板200）の有効屈折率を $n_1'$ 、マイクロレンズ205を経由して出射された光が進行する領域の屈折率を $n_2$ 、光発生領域からマイクロレンズ205の光軸上の頂点までの距離を $f'$ とした時、本発明の第1実施形態による表面光レーザと同様に、 $f' = R' \times n_1' / (n_2 - n_1')$ を満足するように形成される。

【0061】したがって、前記のように、本発明の第2実施形態によるマイクロレンズ一体型表面光レーザにおいては、上、下部電極260、270を通じて順方向バイアスが印加されれば、レーザ発振過程を経て特定の波長のレーザ光が下部反射基層210及び基板200を透過し、この透過光はマイクロレンズ205で集束されて略平行したレーザ光として出射する。

【0062】以上でのように、本発明の第1及び第2実施形態によるマイクロレンズ一体型表面光レーザは、マイクロレンズ155/205の第1焦点が活性層120の光発生領域に位置されるように設けられて、狭い範囲の光発生領域（理想的には点）で発生されてマイクロレンズ155/205に入射する光を集束させて平行光を出射させる。

【0063】図6は、本発明の第3実施形態によるマイクロレンズ一体型表面光レーザを概略的に示した図である。ここで、図2と同一の参照符号は実質的に同一または類似した機能をする部材であるため、その詳細な説明を省略する。

【0064】この実施形態によるマイクロレンズ一体型表面光レーザは、フラウンフォーファー回折条件を満足する直径 $D$ を有するウィンドウ380を備えて、前記ウィンドウ380におけるフラウンフォーファー回折がマイクロレンズ355の焦点効果により相殺されて平行レーザ光を出射させるように設けられている。

【0065】この時、望ましくは、前記ウィンドウ380の直径 $D$ 及びマイクロレンズ355の焦点長さ $f$ の関係が下記式（3）を満足する。ここで、 $\lambda$ は、本発明による表面光レーザから出射されるレーザ光波長である。

【数5】

$$D = \sqrt{2 \times 122 \lambda f} \quad (3)$$

【0066】また、前記ウィンドウ380は、望ましくは、その直径 $D$ が高抵抗部330の開口330aの直径とほぼ等しいか、あるいは小さくなっている。この時、望ましくは、この実施形態において、高抵抗部330の

開口330aは本発明の第1及び第2実施形態における開口130aよりも相対的に大きい直径を有する。

【0067】これにより、活性層120の本発明の第1及び第2実施形態でよりも広い領域で光が発生され、この発生されてウィンドウ380に向かって進行する光は本発明の第1及び第2実施形態でよりも平行光に近いため、フラウンフォーファー回折条件をこの実施形態にそのまま適用できる。

【0068】ここで、前式（3）は前記ウィンドウ380及びマイクロレンズ355が同一の平面に位置された場合を仮定したものであって、ウィンドウ380及びマイクロレンズ355が同一の平面に位置されなければ、その二つの間の距離だけ前記 $f$ 値を補正すれば良い。

【0069】以下では、本発明の第3実施形態によるマイクロレンズ一体型表面光レーザから平行したレーザ光が出射される原理を説明する。

【0070】図7を参照すれば、直径が $D$ であるウィンドウ380を通過する光はウィンドウ380が小さければ小さいほど回折がたくさん起こる。ウィンドウ380が十分に小さく、円形のウィンドウ380から観測面 $S$ までの距離 $d$ が十分に大きければ、フレネル数 $N_f$ が下記式4を満足して、フラウンフォーファー回折条件を満足することになる。ここで、本発明において、前記観測面 $S$ は前記マイクロレンズ355の一点となる。

【0071】

【数6】

$$N_f = \frac{D^2}{\lambda d} \ll 1 \quad (4)$$

【0072】この実施形態による表面光レーザは、フラウンフォーファー回折条件、すなわち、 $N_f \ll 1$ を満足する直径 $D$ のウィンドウ380を備えるので、そのウィンドウ380を通過するレーザ光により形成されたフラウンフォーファー回折パターンはエアリ（Airy）パターンとなる。このように、同心円状の回折パターンは、観測面から見た時、中心に位置された0次回折光の強度が最も大きく、その0次回折光の半径 $R_0$ は、下記式（5）の通りである。

【0073】

【数7】

$$R_0 = \frac{122 \lambda d}{D} \quad (5)$$

【0074】この実施形態による表面光レーザは、図8に示されたように、マイクロレンズ355がウィンドウ380の前方、後方または同一の平面に位置された構造である。ここで、図8は、原理への理解を助け、かつ図示の便宜のためにウィンドウ380の前方にマイクロレンズ355が位置することと図示した。

【0075】マイクロレンズ355及びウィンドウ380が同一の平面に位置されたことを考慮する時、ウィンドウ380から前記マイクロレンズ355の焦点長さ $f$

だけ離れた一焦点に位置された観測面Sにおいてビーム半径は、強度が最も大きい0次回折光だけを考慮する時、下記式(6)の通りである。

【数8】

$$R_0 = \frac{1.22\lambda f}{D} \quad (6)$$

【0076】観測面Sにおける光が平行光になるためには、観測面における0次回折光の直径 $2R_0$ とウィンドウ380の直径Dとが同じでなければならないため、このような条件 $R_0 = D/2$ を前式(6)に代入すれば、ウィンドウ380の直径Dとマイクロレンズ355の焦点長さfとの関係式は前式(3)のようになる。

【0077】したがって、この実施形態のように、ウィンドウ380をフラウンフォーファー回折条件を満足する大きさに形成すれば、ウィンドウ380におけるフラウンフォーファー回折が前記マイクロレンズ355の焦点効果により相殺されて平行光が出射できる。特に、ウィンドウ380及びマイクロレンズ355が前式(3)を満足するように形成されれば、この実施形態による表面光レーザにおいては、出射する平行光を極大化できる。

【0078】ここで、この実施形態による表面光レーザがウィンドウ380とマイクロレンズ355とが同一の平面に位置されていない構造となった場合にも、ウィンドウ380の直径D及びマイクロレンズ355の焦点長さfを設計する上では、前式3をそのまま適用できる。この場合、この実施形態による表面光レーザから出射されるレーザ光のうち平行レーザ光成分が占める割合は前述の場合よりはやや減るかもしれないが、減少の度合いが許容誤差範囲内であれば、平行光を必要とする光学システムに適用できるからである。また、前述したように、ウィンドウ380及びマイクロレンズ355が同一の平面に位置されていない場合、前式(3)のfはマイクロレンズ355の焦点長さ値にウィンドウ380とマイクロレンズ355との距離だけ加えたり、あるいは引いた値になり得る。

【0079】前述したように、本発明の第3実施形態による表面光レーザが、例えば波長850nmであるレーザ光を出射し、焦点長さ1mmであるマイクロレンズを備える場合、ウィンドウの直径を45.54 $\mu$ mとすれば、そこから平行レーザ光が出射する。

【0080】以上では、ウィンドウ355が直径Dを有して、円形であると説明及び図示したが、前記ウィンドウ355の形状は変更可能である。前記ウィンドウ35

5の形態が円形以外のものである場合、前記Dはそのウィンドウの最大幅を表わす。

【0081】ここで、図6は、図2に対応する上部出射タイプの表面光レーザを例示したものであって、図5でのような下部出射タイプにも本発明の第3実施形態の原理がそのまま適用可能なのは言うまでもなく、ここでは、それについての詳細な説明及び図示を省略する。

【0082】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によるマイクロレンズ一体型表面光レーザは、略平行したレーザ光を出力する。

【0083】したがって、本発明による表面光レーザを光ファイバを用いた光通信や光信号を用いたインターフェース分野などの光伝送システム、記録再生装置用光ヘッドなどの光学システムに採用する時、集束レンズまたはコリメーティングレンズが不要になるので、光軸整列構造が簡単であり、その結果、光学システムの構築コストを大きく節減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の表面光レーザの一例を概略的に示した図である。

【図2】 本発明の第1実施形態によるマイクロレンズ一体型表面光レーザを概略的に示した図である。

【図3】 本発明の第1実施形態による表面光レーザが数式(1)を満足するように形成されれば、そこから略平行したレーザ光が出射される原理を説明するために、本発明の第1実施形態による表面光レーザを幾何光学的な側面から示した図である。

【図4】 本発明の第1実施形態による表面光レーザが数式(1)を満足するように形成されれば、そこから略平行したレーザ光が出射される原理を説明するために、本発明の第1実施形態による表面光レーザを幾何光学的な側面から示した図である。

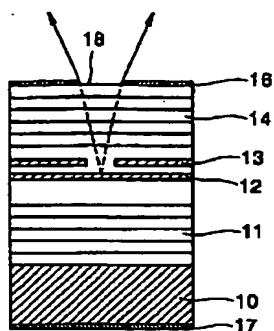
【図5】 本発明の第2実施形態によるマイクロレンズ一体型表面光レーザを概略的に示した図である。

【図6】 本発明の第3実施形態によるマイクロレンズ一体型表面光レーザを概略的に示した図である。

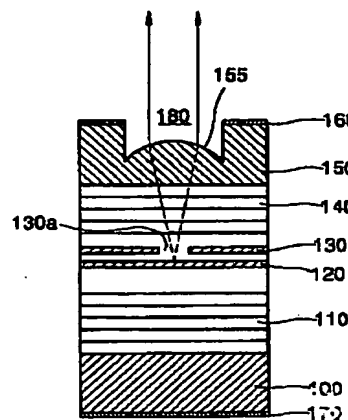
【図7】 本発明の第3実施形態にマイクロレンズ一体型表面光レーザから略平行したレーザ光が出射される原理を説明するための図である。

【図8】 本発明の第3実施形態にマイクロレンズ一体型表面光レーザから略平行したレーザ光が出射される原理を説明するための図である。

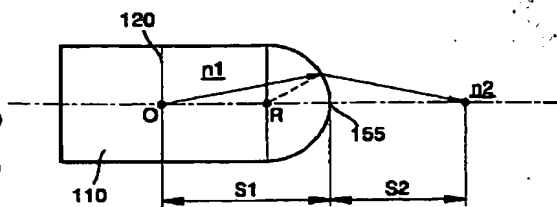
【図1】



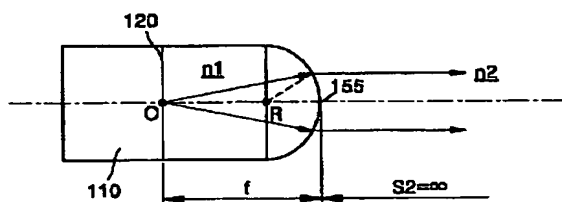
【図2】



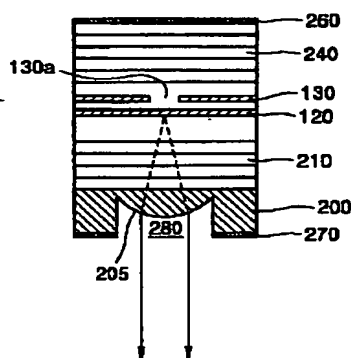
【図3】



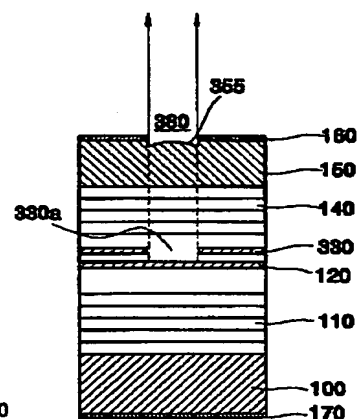
【図4】



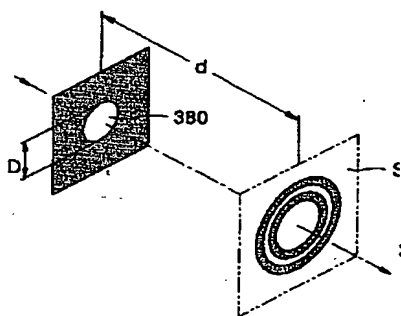
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

